

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑯ Patentschrift  
⑯ DE 35 26 689 C 2

⑮ Int. Cl. 8:  
B 22 D 11/04

DE 35 26 689 C 2

⑯ Aktenzeichen: P 35 26 689.9-24  
⑯ Anmeldetag: 25. 7. 85  
⑯ Offenlegungstag: 6. 2. 88  
⑯ Veröffentlichungstag der Patenterteilung: 30. 4. 97

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑯ Unionspriorität: ⑯ ⑯ ⑯  
27.07.84 JP P59-155427 14.09.84 JP P59-191752

⑯ Patentinhaber:  
Showa Denko K.K., Tokio/Tokyo, JP.

⑯ Vertreter:  
Feiler und Kollegen, 81675 München

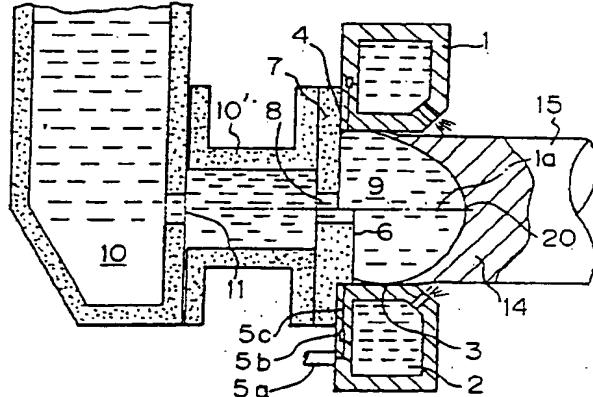
⑯ Erfinder:  
Suzuki, Kengi, Kitakata, Fukushima, JP; Itoh, Tadanao, Kitakata, Fukushima, JP; Mitsuhashi, Hiroshi, Kitakata, Fukushima, JP; Ozawa, Yuichi, Kitakata, Fukushima, JP; Hasegawa, Sadao, Fukushima, JP; Yameuchi, Takeshi, Kitakata, Fukushima, JP

⑯ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-AS 12 42 803  
US 35 58 197  
US 34 55 369  
US 29 98 771

⑯ Verfahren und Vorrichtung zum Horizontalstranggießen von Metall

⑯ Verfahren zum Horizontalstranggießen von Leichtmetallen und deren Legierungen, mit den Schritten:  
Halten einer Metallschmelze in einem Zwischengefäß (10), kontinuierliches Überführen der Metallschmelze über einen Auslaß (11) des Zwischengefäßes (10) durch einen Durchgang (8) in einer vertikalen Stauplatte (7) zu einer gekühlten Kokille (1), wobei die Stauplatte (7) an einem stromaufseitigen Ende (bezogen auf eine Abziehrichtung) der Kokille (1) angeordnet ist, Abkühlenlassen der Metallschmelze so, daß die Metallschmelze einen Metallkörper einer säulenförmigen oder hohlen Gestalt bildet, wobei der Metallkörper mit einer Schmier(mittel)fläche an einer Innenfläche (3) der Kokille (1) in Berührung steht, und Abziehen eines erstarrten oder teilweise erstarrten Gießstranges (14) von der Kokille (1), dadurch gekennzeichnet, daß die Abkühlung der Metallschmelze im unteren Bereich der Kokille (1) gegenüber dem oberen Bereich verzögert wird, indem ein unterer Kontaktteil des Metallkörpers mit der gekühlten Kokille (1) relativ zu einem oberen Kontaktteil des Metallkörpers mit der gekühlten Kokille (1) in Stromabrichtung (bezogen auf eine Abziehrichtung) versetzt wird.



DE 35 26 689 C 2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 und eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 4 zum Waagerecht- oder Horizontalstranggießen von Metall, insbesondere von Leichtmetallen, wie Aluminium und seine Legierungen.

Beim Horizontalstranggießen wird ein langer Gießstrang normalerweise wie folgt erzeugt: Metallschmelze wird in ein Zwischengefäß eingeleitet und darin zurückgehalten, um anschließend über einen Feuerfest-Kanal in eine rohrförmige, gekühlte Kokille bzw. Hartguß-Rohrkokille geleitet zu werden, die in im wesentlichen waagerechter Lage angeordnet ist und sehr stark gekühlt wird. In dieser Kokille wird die Metallschmelze abgekühlt, so daß ihre Außenfläche eine erstarrte Schale oder "Haut" bildet. Der die erstarrte Schale aufweisende Metallschmelzenkörper wird unter Kühlung durch unmittelbare Beaufschlagung des Metallkörpers (Strangs) mit einem Kühlmittel, z. B. Wasser, kontinuierlich aus der rohrförmigen gekühlten Kokille abgezogen. Während des kontinuierlichen Abziehens schreitet die Erstarrung bis zum Inneren des Strangs fort. Der erzeugte Gießstrang kann je nach der Querschnitts-Form der Kokille zylindrisch, rechteckig, säulenförmig oder hohl sein.

Das Horizontalstranggießen ist wegen des ihm eigenen Prinzips unweigerlich mit verschiedenen Schwierigkeiten behaftet. Eine erste Schwierigkeit ergibt sich aus der waagerechten Lage der Kokille. Die in der Kokille befindliche Schmelze drückt unter Schwerkraefteinfluß gegen den unteren Teil der Kokillenwand, was ein unausgeglichenes Abkühlen, d. h. starkes Abkühlen im unteren und schwaches Abkühlen im oberen Bereich der Kokille, zur Folge hat, aufgrund dessen sich das Zentrum der konkaven oder konvexen Solidus-Liquidus-Grenzfläche, an welcher die Erstarrung abgeschlossen ist, in Aufwärtsrichtung verlagern kann. Unter diesen Bedingungen wird das Gefüge des Strangs inhomogen.

Die zweite Schwierigkeit röhrt von dem Schmieröl her, das von der Innenumfangswand der Kokille an deren Einlaufseite eingeführt wird, um ein Festkleben der Metallschmelze an der Kokille zu verhindern. Wenn das Schmieröl gleichmäßig über den gesamten Innenumfang der Wand der Kokille an deren Einlaufseite eingeleitet wird, kann es vom oberen zum unteren Innenumfangsteil herabfließen und damit zu einer ungleichmäßigen Schmierfläche führen.

Die dritte Schwierigkeit ist ebenfalls durch die waagerechte Lage der Kokille bedingt. Da die Metallschmelze aufgrund der Schwerkraftwirkung in inniger Berührung mit dem unteren Teil der Kokillenwand steht, kann für das Schmieröl ein ungenügender Zwischenraum, um zwischen Kokillenwand und erstarrte Schale oder "Haut" eintreten zu können, vorhanden sein. Im Fall mangelhafter Schmierung bricht die erstarrte Schale, wobei die noch nicht erstarrte Metallschmelze aus der Bruchstelle austritt. Dieser Metallschmelzenfluß, als "Durchbruch" ("breakout") bezeichnet, ruft erhebliche Gußfehler hervor und bedingt in einem ernsten Fall eine Unterbrechung des Gießvorgangs.

Für die Ausschaltung der Schwierigkeiten beim Horizontalstranggießen sind bereits verschiedene Vorschläge gemacht worden.

Die JP-AS 39-23710 (bzw. US-PS 2 996 771) schlägt vor, die Speiseöffnung der Kokille für die Zufuhr der Metallschmelze unter die Zentralachse der Kokille zu verlagern.

Die JP-AS 45-41509 (bzw. US-PS 3 455 369) schlägt vor, einen ringförmigen Dorn an der Metalleintrittsöffnung der Kokille anzubringen.

Die Vorschläge gemäß den obigen Veröffentlichungen laufen darauf hinaus, den Hochtemperatur-Strom der Metallschmelze am Einlaufteil der Kokille nach unten zu richten und dadurch die Kühlung am unteren Teil der Kokillenwand zu mildern. Diese Vorschläge sind geeignet, den Erstarrungspunkt, der am weitesten vom Einlaufteil der Kokille entfernt liegt, zur Zentralachse der Kokille auszurichten. Trotzdem wird durch diese Vorschläge das Problem der erwähnten innigen Berührung der Metallschmelze mit dem Unterteil der Kokillenwand nicht gelöst. Mit den vorgeschlagenen Anordnungen kann mithin kein homogenes Gußgefüge erzielt werden.

Die JP-AS 46-28 889 (bzw. US-PS 3 556 197) schlägt eine ungleichmäßige Verteilung der Schmierölmenge an Ober- und Unterseiten der Kokillenwand vor. Auf diese Weise ist jedoch eine gleichmäßige Schmiermittelfläche auch dann schwierig auszubilden, wenn eine ziemlich große Schmierölmenge zur Kokillenwand zugeführt wird. Zudem resultiert die ungleichmäßige Verteilung des Schmieröls in Gußfehlern, als "Ölfalten" bezeichnet, wenn eine sehr große Schmierölmenge lokal zugeführt wird.

Aus der DE-AS 12 42 803 ist ein gattungsgemäßes Verfahren bzw. eine gekühlte Kokille zum Horizontalstranggießen von Metall bekannt. Bei diesem Stand der Technik wird durch Anordnung eines Durchlasses für flüssige Metallschmelze in vertikaler Richtung im unteren Bereich einer einen Schmelzebehälter kokillenseitig begrenzenden Platte erreicht, daß die Erstarrung der Schmelze in der gekühlten Kokille frühzeitig einsetzt und sich die Erstarrungsfront gleichmäßig über der Kokillenhöhe verteilt. Durch eine derartige Anordnung der Durchlaßöffnung für die Schmelze im unteren Bereich wird aber erreicht, daß die Berührungsstrecke des erstarrten Metalls mit dem unteren Bereich der Kokille größer bzw. länger ist als im oberen Bereich der Kokille. Der längere Kontakt mit der Kokillenwand führt jedoch zu dem Problem, daß die Oberflächenqualität des erstarrten Gußstranges im unteren Bereich schlechter ist als im oberen Bereich. Außerdem ist es schwierig, das Schmiermittel gleichmäßig über die gesamte untere Berührungsfläche des Gußstranges mit der Kokille zu verteilen, so daß das Schmiermittel stellenweise verbrennen kann und die Oberflächenqualität des Gußstranges dadurch ebenfalls beeinträchtigt werden kann.

Ein weiteres Verfahren und eine zugehörige Vorrichtung zum Horizontalstranggießen von Stahl ist aus der DE 31 36 847 C1 bekannt geworden. Hierbei wird durch ein mittels einer elektrisch erregten Magnetspule erzeugtes Magnetfeld, das eine gekühlte Kokille umgibt, und durch einen im Eingußbereich der Kokille vorgesehenen Krümmer erreicht, daß nicht nur die von oben in die Horizontalstranggießkokille eingegossene Metallschmelze nach Eintritt in die Kokille um 90° umgelenkt wird, sondern auch daß sich unter der Wirkung des Magnetfeldes ein entgegen der Abziehrichtung um 1 bis 10° geneigter Gießspiegel einstellt, durch den der

Kontaktbereich zwischen der Metallschmelze und der Innenwand der Kokille im oberen Bereich gegenüber dem entsprechenden Kontaktbereich im unteren Bereich der Kokille in Stromabrichtung versetzt ist.

Dadurch soll eine Lunkerbildung im oberen Querschnittsbereich des Gießstranges verhindert werden.

Aufgabe der Erfindung ist die Schaffung eines verbesserten Verfahrens bzw. einer verbesserten Vorrichtung, mit denen eine unausgeglichene Abkühlung eines Metallkörpers bzw. Strangs in seinen oberen und unteren Bereichen innerhalb der rohrförmigen gekühlten Kokille und die ungleichmäßige Schmierung über der Innenwand der Kokille ausgeräumt werden können. 5

Erfindungsgemäß wird dazu ein Verfahren zum Horizontalstranggießen von Leichtmetallen und deren Legierungen in Vorschlag gebracht, mit den Schritten: Halten einer Metallschmelze in einem Zwischengefäß, kontinuierliches überführen der Metallschmelze über einen Auslaß des Zwischengefäßes durch einen Durchgang in einer vertikalen Stauplatte zu einer gekühlten Kokille, wobei die Stauplatte an einem stromaufseitigen Ende (bezogen auf eine Abziehrichtung) der Kokille angeordnet ist, Abkühllassen der Metallschmelze so daß die Metallschmelze einen Metallkörper einer säulenförmigen oder hohlen Gestalt bildet, wobei der Metallkörper mit einer Schmier(mittel)fläche an einer Innenfläche der Kokille in Berührung steht, und Abziehen eines erstarrten oder teilweise erstarrten Gießstranges von der Kokille, wobei die Abkühlung der Metallschmelze im unteren Bereich der Kokille gegenüber dem oberen Bereich verzögert wird, indem ein unterer Kontaktteil des Metallkörpers mit der gekühlten Kokille relativ zu einem oberen Kontaktteil des Metallkörpers mit der gekühlten Kokille in Stromabrichtung (bezogen auf eine Abziehrichtung) versetzt wird. 10 15

Des Weiteren bringt die Erfindung eine Vorrichtung zum Horizontalstranggießen von Leichtmetallen und deren Legierungen in Vorschlag, mit einem Zwischengefäß zum Zurückhalten einer Metallschmelze mit einem an einer Seite des Zwischengefäßes befindlichen Auslaß, mit einer rohrförmigen gekühlten Kokille umfassend a) offene Enden, von denen eines mit dem Auslaß des Zwischengefäßes kommuniziert, b) eine im wesentlichen waagerecht verlaufende Achse und c) eine Innenwand, mit einer feuerfesten vertikalen Stauplatte, die zwischen dem Zwischengefäß und der Kokille angeordnet und am stromaufseitigen Ende (bezogen auf eine Abziehrichtung) der Kokille befestigt ist und einen Durchgang zur Kokille aufweist, sowie mit einer Einrichtung zum Versetzen eines unteren Kontaktteils der Metallschmelze mit der Innenwand der Kokille relativ zu einem oberen Kontaktteil der Metallschmelze mit der Innenwand der Kokille in Stromabrichtung (bezogen auf die Abziehrichtung). 20 25

Bevorzugte Ausführungsbeispiele des Verfahrens und der Vorrichtung sind jeweils in den Unteransprüchen angegeben. 30

Der erwähnte untere Kontaktteil befindet sich speziell unterhalb der waagerechten Ebene quer durch die Zentralachse.

Im folgenden sind bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine Horizontalstranggieß-Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung. 35

Fig. 2 einen in vergrößertem Maßstab gehaltenen Teilschnitt durch die Vorrichtung nach Fig. 1 im Bereich der Kokille und ihrer angrenzenden Bauteile,

Fig. 3A bis 3E Schnittansichten verschiedener Formen der feuerfesten, wärmeisolierenden Abdeckung gemäß der Erfindung,

Fig. 4 einen Längsschnitt durch eine andere Ausführungsform der Erfindung zur Erzeugung eines runden Strangs,

Fig. 5 eine Fig. 2 ähnelnde Darstellung für die Vorrichtung nach Fig. 4,

Fig. 6 einen Schnitt durch die Kokille längs der Linie A-A' in Fig. 4,

Fig. 7 eine Ansicht eines feuerfesten Plattenkörpers gemäß Fig. 4 an seiner der Kokille zugewandten Seite,

Fig. 8 eine Schnittansicht wesentlicher Teile einer anderen Ausführungsform der Erfindung zur Erzeugung eines runden Strangs,

Fig. 9 eine Ansicht eines feuerfesten Plattenkörpers gemäß Fig. 8 an seiner der Kokille zugewandten Seite,

Fig. 10 eine Fig. 8 ähnelnde Darstellung zur Veranschaulichung eines gegenüber Fig. 8 verbesserten Vorsprungs,

Fig. 11A einen Längsschnitt durch eine weitere Ausführungsform der Erfindung zur Erzeugung eines Strangs quadratischen Querschnitts und

Fig. 11B eine Ansicht des feuerfesten Plattenkörpers gemäß Fig. 11A an der der Kokille zugewandten Seite.

Der in der folgenden Beschreibung benutzte Ausdruck "Metallkörper" (oder "Gießstrang") bezieht sich auf ein Metallstück einer durch die rohrförmige gekühlte Kokille bzw. Hartguß-Rohrkokille vorgegebenen (Querschnitts-)Form. Er kann aus einer Schmelze oder einem festen (erstarrten) oder teilweise erstarrten Körper mit einer erstarrten Schale oder "Haut" an der Außenfläche bestehen.

Der nach dem erfundungsgemäßen Verfahren hergestellte Gießstrang wird hauptsächlich für das Strangpressen oder Ziehen im Fall eines zylindrischen Gießstrangs, als Knüppel bezeichnet, oder für das Auswalzen im Fall eines rechteckigen Gießstrangs, als Platte bezeichnet, benutzt. Der Gießstrang kann hohl oder säulenförmig sein; ein solcher Gießstrang wird als Rohling für die Röhrenherstellung benutzt. 60

Erfindungsgemäß ist der untere Kontaktteil des Metallkörpers in der Kokille gegenüber dem oberen Kontaktteil (in Fließrichtung) stromab versetzt. Diese Relativlagenbeziehung kann mit Hilfe beliebiger Mittel zur Verhinderung des Kontaktes des Metallkörpers mit der Innenwand der rohrförmigen gekühlten Kokille bzw. Hartguß-Rohrkokille in unmittelbarer Nähe der Ecke oder Kanten die durch die feuerfeste Stauplatte und die Kokille festgelegt wird, realisiert werden. 65

Die genannte Relativlagenbeziehung kann dadurch realisiert werden, daß an einem unteren Teil der Innenwand der rohrförmigen gekühlten Kokille oder Hartguß-Rohrkokille eine feuerfeste, wärmeisolierende Abdek-

kung in Form eines Überhangs angeformt wird, die sich von der Ecke oder Kante der Stranggieß-Kokille und der feuerfesten Stauplatte in Stromabrichtung der Kokille erstreckt.

Die feuerfeste, wärmeisolierende Abdeckung kann durch einen Teil der feuerfesten Stauplatte oder durch einstufige Verbindung eines Bauelements mit der Stauplatte gebildet sein. Wahlweise kann ein gieß- oder formbares Feuerfestmaterial zur Bildung dieser Abdeckung auf die Innenwand der Stranggieß-Kokille aufgebracht und mit ihr verbunden werden. Weiterhin kann auch ein flexibler, feuerfester, wärmeisolierender Filz an der Innenwand der Kokille befestigt werden.

Die erwähnte Relativlagenbeziehung kann auch dadurch realisiert werden, daß eine feuerfeste Stauplatte, die sich einwärts über die Innenwand der genannten Kokille erstreckt und um diese Innenwand herum eine Ausnehmung bildet, verwendet und ein Gas in einen unteren Teil relativ zur Zentralachse der Kokille eingeblasen wird. Als Gas kann Luft, Stickstoff, Argon oder ein anderes Inertgas verwendet werden. Vorzugsweise wird das Gas vor der Verwendung getrocknet.

Die Mittel zur Einblasung des Gases können aus einem Schlitz, feinen Poren, porösen Feuerfestmaterialien, porösem Kohlenstoff, einem Feuerfestmaterial auf Siliziumkarbidbasis unter Verwendung von Siliziumnitrid-Bindemittel und dgl. bestehen. Die Abmessungen des Schlitzes sollten so gewählt sein, daß die Schmelze nicht in den Schlitz eindringt. Die Gaseinblasmittel können an einer oder an mehreren Stellen in die Ausnehmung einmünden. Insbesondere können mehrere Schlitzte o. dgl. in der Ausnehmung münden, oder es kann ein einziger Schlitz in die Ausnehmung münden. Im Fall von mehreren Schlitzten o. dgl. sind diese vorzugsweise in gleichen gegenseitigen Abständen angeordnet. Im Fall eines einzigen Schlitzes o. dgl. mündet dieser bevorzugt im untersten Teil der Kokille, speziell im Fall (der Erzeugung) eines runden Gießstrangs.

Fig. 1 veranschaulicht die wesentlichen Teile einer Horizontalstranggieß-Vorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung nebst Metallschmelze und Gießstrang.

Eine gekühlte oder Hartguß-Rohrkokille 1 (im folgenden einfach als Kokille bezeichnet) besteht aus einer Aluminiumlegierung und besitzt eine ringförmige Gestalt. Die Kokille 1 weist einen umlaufenden Innenraum als Kühlwassermantel 2 auf, durch das im Kühlwassermantel 2 enthaltene Kühlwasser wird eine zylindrische Innenwand 3 der Kokille 1 gekühlt.

Die Aluminiumlegierungsschmelze wird von einem nicht dargestellten Schmelz- und Warmhaltehofen, erforderlichenfalls über einen Entgasungs- und Schlackenfernungssofen, in ein Zwischengefäß 10 eingeleitet.

Die Aluminiumlegierungsschmelze wird im Zwischengefäß 10 auf einer vorbestimmten Füllhöhe gehalten. Die Aluminiumlegierungsschmelze (im folgenden einfach als Schmelze bezeichnet) wird sodann aufeinanderfolgend durch einen Auslaß 11 des Zwischengefäßes, eine feuerfeste Leitung 10' und einen Durchgang 8 in einer feuerfesten Stauplatte 7 in die Kokille 1 eingeleitet. Bevorzugt wird die feuerfeste Leitung 10' verwendet, doch kann sie erforderlichenfalls auch weggelassen werden. Die in der Kokille 1 noch nicht erstarrte Schmelze ist bei 9 angedeutet. Der Außenumfang der Schmelze 9 steht dabei in Berührung mit der zylindrischen Innenfläche oder -wand der Kokille 1 und wird hierdurch zur Bildung der erstarrten Schale oder "Haut" abgekühlt. Die Dicke der erstarrten Schale vergrößert sich, während die Schmelze 9 in Stromabrichtung aus der Kokille 1 abgezogen wird. Die "Haut" des erstarrten Gießstrangs 14 ist bei 15 angedeutet. Der Metallkörper, d. h. der Gießstrang, wird durch das aus dem Kühlwassermantel 2 ausgespritzte Kühlwasser unmittelbar abgekühlt, um den erstarrten Gießstrang 14 zu bilden, der beim beschriebenen Ausführungsbeispiel eine zylindrische Form besitzt.

Über eine Speiseleitung 5a, eine umlaufende oder ringförmige Verteilerleitung 5b sowie Schlitze 5c wird Schmieröl zur zylindrischen Innenfläche 3 der Kokille 1 geleitet.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist der untere Teil der Aluminiumlegierungsschmelze gegenüber deren oberen Teil in Stromabrichtung (in Fließrichtung gesehen) aufgrund eines Vorsprungs 6 versetzt, der aus einem feuerfesten, wärmeisolierenden Werkstoff besteht, unterhalb der Zentralachse der Kokille 1 angeordnet ist und an der Stromabseite der feuerfesten Stauplatte 7 befestigt ist. Als Folge der Anordnung oder Ausbildung des Vorsprungs 6 beginnt sich die erstarrte Schale im unteren Teil der Schmelze 9 relativ zur erstarrten Schale im oberen Teil der Schmelze 9 an einer stromabgelegenen Stelle zu bilden. Der waagerechte Abstand zwischen den Schalenbildungspunkten hängt von der Temperatur und den Erstarrungseigenschaften der Aluminiumlegierungsschmelze, dem Durchmesser des erstarrten Gießstrangs 14 und dem Wärmeausgleich zwischen den Kokillenanordnungen ab.

Fig. 2 veranschaulicht einen Teil der Kokille 1 in vergrößertem Maßstab. Die feuerfeste Stauplatte 7 stellt einen materialeinheitlichen Körper dar, der mit der in Fig. 2 dargestellten Form, d. h. mit dem Vorsprungteil und dem die Kokille 1 kontaktierenden Teil, (maschinell) ausgebildet ist. Für die Stauplatte 7 wird ein handelsübliches Feuerfestmaterial verwendet (z. B. von der Firma Marinite Johns Manville Ltd., USA). Dieses Feuerfestmaterial besitzt Benetzbarekeit und Korrosionsbeständigkeit gegenüber der Aluminiumlegierungsschmelze 9.

Die feuerfeste Stauplatte 7 ist so an der Kokille 1 befestigt, daß sie einen Zwischenraum 16 für den Durchtritt von Schmieröl, nicht aber der Schmelze festlegt. Die Größe dieses Zwischenraums 16 beträgt üblicherweise N/10 mm bis N/100 mm (mit N = eine ganze Zahl von 1 bis 9). Das über die Speiseleitung 5a zugeführte und durch die umlaufende Verteilerleitung 5b sowie die Schlitze 5c strömende Schmieröl kann somit in den Zwischenraum 16 eintreten, um sich über die zylindrische Innenfläche 3 zu verteilen. Letztere wird durch das herabfließende Schmieröl benetzt.

Der Zwischenraum 16 (Fig. 2) braucht nicht vorgesehen zu sein, falls das Schmieröl der zylindrischen Innenfläche 3 auf andere Weise zuführbar ist. Beispielsweise können nicht dargestellte, parallele waagerechte Nuten oder Rillen längs der Kokille 1 und/oder der feuerfesten Stauplatte 7, die ohne Zwischenraum eng miteinander verbunden sind, ausgebildet und an die Speiseleitung 5a angeschlossen sein.

In den Fig. 3A bis 3E sind bevorzugte Formen einer feuerfesten, wärmeisolierenden Abdeckung veranschaulicht.

Die oberen und unteren Darstellungen in Fig. 3A bis 3E veranschaulichen jeweils die Abdeckung im Längs-

schnitt bzw. im waagerechten Schnitt. Die waagerechte Ebene durch die Zentralachse der Kokille ist dabei mit 1a bezeichnet.

Gemäß den Fig. 3A bis 3E verringert sich die Dicke der feuerfesten, wärmeisolierenden Abdeckung 17 geradlinig (Fig. 3A, 3E) oder mit einer Krümmung (Fig. 3B, 3C, 3D) in Richtung vom stromaufseitigen Ende zum stromabseitigen Ende der Kokille. Die Endform dieser Abdeckung 17, in Aufsicht gesehen, ist rechteckig (Fig. 3A, 3B), dreieckig mit einer Spitze auf der Zentralachse 1a (Fig. 3C) oder bogenförmig gekrümmmt (Fig. 3D, 3E) mit einem Scheitel auf der Zentralachse 1a, wobei die Krümmung jeweils von der feuerfesten Stauplatte 7 ausgeht und wieder in diese übergeht.

Im Fall einer zylindrischen Kokille besitzt die feuerfeste, wärmeisolierende Abdeckung 17 bevorzugt ein stromabseitiges Ende 17a, das – in Aufsicht gesehen – bogenförmig gekrümmmt ist und mit der Spitze bzw. dem Scheitel der Krümmung auf der Zentralachse 1a bzw. parallel zur Zentralachse 1a der Kokille liegt (vgl. Fig. 3D, 3E). Im Fall einer Kokille eines rechteckigen Querschnitts besitzt die Abdeckung 17 bevorzugt ein stromabseitiges Ende 17a, das – in Aufsicht gesehen – eine rechteckige Gestalt besitzt (vgl. Fig. 3A, 3B).

In Fig. 4 ist eine andere Ausführungsform der erfundungsgemäßen Horizontalstranggieß-Vorrichtung dargestellt, wobei den Teilen von Fig. 1 entsprechende Teile mit denselben Bezugsziffern wie vorher bezeichnet sind.

Die um die Innenwand oder Innenfläche 3 der Kokille 1 herum ausgebildete Ausnehmung ist mit 26 bezeichnet und durch die Innenfläche 3 sowie die feuerfeste Stauplatte 7 festgelegt. Das Gas wird dabei in einen tiefer als die Zentralachse 1a der Kokille 1 liegenden Teil der Ausnehmung 26 eingeleitet. Der aufgrund dieser Gaseinblasung in dieser Ausnehmung 26 erzeugte Gasdruck gewährleistet eine waagerechte Verdrängung eines unteren Teils der Metallschmelze 10.

Fig. 5 ist eine Fig. 2 ähnelnde Darstellung, in welcher den Teilen von Fig. 2 entsprechende Teile mit denselben Bezugsziffern wie vorher bezeichnet sind. Das Gas, d. h. Druckluft bei dieser Ausführungsform, wird von einer nicht dargestellten Vorratsquelle auf nachstehend beschriebene Weise in die Ausnehmung 26 eingeleitet. Druck und Strömungsmenge der Druckluft werden durch eine nicht dargestellte Regelvorrichtung derart auf eine vorbestimmte Größe eingestellt, daß sich ein vorbestimmter Gasdruck in der Ausnehmung 26 ergibt. Die Druckluft durchströmt dabei aufeinanderfolgend eine Gaseinblas-Leitung 5d, eine enge Leitung 5d1 und einen Schlitz 5d2. Der Schlitz 5d2 ist dabei zwischen den einander benachbarten Flächen an der Stromaufseite der Kokille 1 und der Stromabseite der Stauplatte 7 festgelegt. Aus dem Schlitz 5d2 tritt die Druckluft sodann in die Ausnehmung 26 ein, um in dieser gemäß Fig. 5 einen Hohlraum zu bilden.

Ein zweckmäßiger Gasdruck wird experimentell ermittelt. Bei verschiedenen Aluminiumschmelzen entspricht der Gasdruck bevorzugt dem hydrostatischen Druck der Aluminiumlegierungsschmelze, wobei dieser Druck praktisch durch die Höhe vom Boden der Innenfläche 3 zur Oberfläche bzw. zum Spiegel 10a der im Zwischengefäß 10 enthaltenen Aluminiumlegierungsschmelze bestimmt wird. Im Fall einer Legierung des Typs AA 4032 und ähnlicher Legierungen ist der Gasdruck bevorzugt kleiner als der hydrostatische Druck. Der Gasdruck wird durch kontinuierliche Zufuhr des Gases aufrechterhalten.

Wie erfundungsgemäß durchgeführte Versuche gezeigt haben, strömt das Gas aus der Ausnehmung 26 in Stromabrichtung (d. h. in Abziehrichtung des Gießstrangs). Der Durchgang des Gases kann zwischen der Innenfläche 3 und der erstarrten Schale oder "Haut" des Gießstrangs 14 vorliegen.

Der in der Ausnehmung 26 erzeugte Gasdruck erhöht sich mit einer Zunahme der Gasströmungs- oder -durchsatzmenge. Diese Erhöhung verringert sich, wenn der Gasdruck den hydrostatischen Druck erreicht. Ein nennenswert über dem hydrostatischen Druck liegender Gasdruck kann einen Ausbruch hervorrufen. Außerdem ist die Guß-"Haut" 15 sehr anfällig für Hubmarken oder Klebemarken, möglicherweise deshalb, weil das aus der Ausnehmung 26 stromab strömende Gas die Außenumfangsfläche der Aluminiumlegierungsschmelze 9 bewegt oder aufröhrt und die während der Bildung in der Kokille 1 noch dünne erstarrte Schale aufbricht, so daß flüssige Schmelze durch die erstarrte Schale hindurchfließt. Andernfalls kann das Gas aufwärts und dann durch einen Durchgang strömen, der zwischen dem oberen Teil der Innenfläche 3 und der Schmelze 9 gebildet ist. In diesem Fall wird der Abkühlgrad im oberen Bereich der Schmelze 9 in nachteiliger Weise verringert.

Strömungsmenge und Druck des eingespeisten Gases werden experimentell bestimmt. Die optimale Strömungsmenge und der optimale Druck des eingeblasenen Gases hängen von der Art, der Temperatur und dem Erstarrungsverhalten der Aluminiumlegierungsschmelze, der Querschnittsform und dem Durchmesser des Gießstrangs 14 sowie dem Wärmeausgleich zwischen den Kokillenanordnungen ab.

Fig. 6 veranschaulicht die Kokille 1 in Vorderansicht im Schnitt längs der Linie A-A.

Wie aus Fig. 6 hervorgeht, kommuniziert der Schlitz 5d2 mit der Innenkante am Boden der Kokille 1. Das Gas durchströmt die Einblas-Leitung 5d und beaufschlägt den Metallkörper im untersten Bereich der Kokille 1 mit Druck. Die beiden Öl-Speiseleitungen 5a stehen mit der umlaufenden Verteilerleitung 5b an der höchsten bzw. an der tiefsten Stelle der Kokille 1 in Verbindung. Das Schmieröl wird über die Slitze gleichmäßig zugeführt und dann über die Außenumfangsfläche der Kokille verteilt.

Gemäß Fig. 7, in welcher die feuerfeste Stauplatte 7 von der Kokillenseite aus gesehen dargestellt ist, ist der aufgrund der Druckeinwirkung gebildete Gasraum mit 6' bezeichnet. Der Gasraum 6' entsteht dabei im untersten Bereich der Kokille.

In Fig. 8 ist eine weitere Ausführungsform der Erfahrung dargestellt, bei welcher die feuerfeste Stauplatte 7 mit einem Ansatz oder Vorsprung 16 versehen ist, der von der Stauplatte 17 hinweg ragt und einen Überhang über einen Teil der Ausnehmung 26 unterhalb der Zentralachse 1a bildet. Das aus dem Schlitz 5d2 eingeblasene Gas bleibt unter dem Vorsprung 16 eingeschlossen und bildet einen Gasraum in der Ausnehmung 26, wodurch ein Hochsteigen des Gases verhindert wird.

Gemäß Fig. 9, welche die feuerfeste Stauplatte 7 in Vorderansicht von der Kokillenseite her veranschaulicht, ist der Gasraum 6' in dem durch den Vorsprung 16 gebildeten konkaven Teil der Stauplatte 7 festgelegt. Dies bedeutet, daß die Ausnehmung, in welcher sich der Gasraum aufgrund der Druckbeaufschlagung bildet, durch

die den Vorsprung 16 festlegende Form der Stauplatte 7 bestimmt wird. Diese Ausgestaltung kann ohne weiteres durch Abtragen des unteren Teils einer Scheibe aus z. B. dem vorher genannten Feuerfestmaterial realisiert werden.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 8 und 9 kann der Gasraum 6' sicher bestimmt werden. Dabei kann außerdem ein Hochsteigen des Gases aus dem Gasraum 6' verhindert werden.

Auf die beschriebene Weise kann somit ohne weiteres ein konstanter Gasdruck aufrechterhalten werden.

Fig. 10 veranschaulicht einen gegenüber der Ausgestaltung nach Fig. 9 verbesserten Vorsprung 16, der an seinem vorderen Ende einen nach unten ragenden Ansatz 17 aufweist. Der Ansatz 17 ragt dabei in Richtung auf die Innenfläche 3 der Kokille 1. Durch den Ansatz 17 kann ein Hochsteigen des Gases zuverlässiger verhindert werden. Der Gasraum 6' kann dabei in dem von der Stauplatte 7, dem Vorsprung 16 und dem Ansatz 17 umrissenen Raum entstehen.

Die Fig. 11A und 11B veranschaulichen eine Ausführungsform der erfundungsgemäßen Horizontalstranggieß-Vorrichtung zur Erzeugung eines säulenförmigen Gießstrangs eines rechteckigen Querschnitts und insbesondere den für die Erzeugung eines solchen Gießstrangs bevorzugten Vorsprung 16. Der durch die Gaseinblasung entstehende Gasraum 6' erstreckt sich dabei über die Unterseite und einen Teil der (lotrechten) Seitenflächen der Kokille 1, weil der Vorsprung 16 die Ausnehmung 26 mit der Form gemäß Fig. 11B definiert.

Die Erfindung ist im folgenden anhand von Beispielen näher erläutert.

#### Beispiel 1

Die Vorrichtung gemäß Fig. 1 und 2 wird für das Stranggießen von Gießsträngen eines Durchmessers von 50,8 mm und 203,2 mm aus Aluminiumlegierung des Typs AA 6061 eingesetzt. Die Gießstränge können dabei ohne Betriebsstörung, wie Durchbruch, erzeugt werden, und sie besitzen eine "Haut", die um den gesamten Umfang herum glatt und gleichmäßig ist, sowie homogene und ausgezeichnete metallurgische innere Güte.

Mittels der Vorrichtung gemäß Fig. 4 werden Gießstränge von 50,8 mm Durchmesser aus Aluminiumlegierung des Typs AA 2218 erzeugt.

Diese Gießstränge können ohne Betriebsstörung, wie Durchbruch, hergestellt werden, und sie besitzen um den Gesamtumfang herum eine glatte, gleichmäßige "Haut" sowie ein homogenes, ausgezeichnetes metallurgisches inneres Gefüge.

#### Beispiel 3

Mittels der Vorrichtung gemäß Fig. 8 werden Gießstränge eines Durchmessers von 203,2 mm aus Aluminiumlegierung des Typs AA 6061 hergestellt.

Die ohne Betriebsstörung, wie Durchbruch, erzeugbaren Gießstränge besitzen wiederum um den Gesamtumfang herum eine glatte und gleichmäßige "Haut" sowie ein homogenes, ausgezeichnetes metallurgisches inneres Gefüge.

#### Beispiel 4

Mittels der Vorrichtung gemäß Fig. 10 werden Gießstränge eines Durchmessers von 101,6 mm aus Aluminiumlegierung des Typs AA 4032 erzeugt. Diese Gießstränge können wiederum ohne Betriebsstörung, wie Durchbruch, hergestellt werden, und sie besitzen um den Gesamtumfang herum eine glatte und gleichmäßige "Haut" sowie ein homogenes, ausgezeichnetes metallurgisches inneres Gefüge.

Die Stranggießbedingungen für die vorstehenden vier Beispiele sind in der folgenden Tabelle zusammengefaßt.

50

55

60

65

A. Legierungsbezeichnung	AA. 606F3	AA. 2218	AA. 6061	AA. 4032
B. Zusammensetzung (Gew.-%)	Si 0,5 Mg 0,9 Cr 0,1 Cu 0,3 Fe 0,3 Rest Al	Cu 4,0 Mg 1,5 Ni 2,1 Fe 0,3 Si 0,2 Rest Al	Si 0,5 Mg 0,9 Cr 0,1 Cu 0,3 Fe 0,3 Rest Al	Si 11,7 Mg 1,0 Cu 0,8 Ni 0,8 Fe 0,4 Rest Al
C. Temperatur d. Legierungsschmelze (°C)	680	670	680	630
D. Querschnitt der Kokille; Durchmesser	säulenförmig 50,8 mm	säulenförmig 50,8 mm	säulenförmig 203,2 mm	säulenförmig 101,6 mm
E. Stranggießvorrichtung	Fig. 1, 2	Fig. 4	Fig. 8	Fig. 10
(horizontale Länge des Vorsprungs: 6-5 mm)				
F. Stranggießgeschwindigkeit (mm/min)	600	600	150	400
G. Schmieröl	Rizinusöl	Rizinusöl	Rizinusöl	Rizinusöl
H. Temperatur des Kühlwassers (°C)	14	15	15	15
I. Kühlwasser-Zufuhrmenge (l/min)	30	30	150	80
J. Eingeblasenes Gas	-	Luft	Stickstoff	Luft
K. Gas-Strömungsmenge (l/min)	-	-	500	500
L. Wirk. Gasdruck (mm H <sub>2</sub> O)	-	-	420	570
M. Metallfüllstand (H; mm H <sub>2</sub> O)	480	480	580	480
N. Strangoberfläche	glatt	glatt	glatt	glatt

## Beispiel 5

(Vergleichsbeispiel)

Die in Beispiel 1 erwähnten Gießstränge wurden mittels einer bisherigen Horizontalstranggieß-Vorrichtung ohne Vorsprung und ohne Gaseinblasung erzeugt. Die "Haut" der Gießstränge zeigte auffällige Klebemarken in

ihren unteren Bereichen. Außerdem war das Erstarrungszentrum der Gießstränge in Aufwärtsrichtung versetzt. Das metallurgische Innengefüge war dabei nicht homogen.

Wie sich aus der vorstehenden Beschreibung ergibt, liegt das Wesen der Erfindung in der Unterdrückung der Kühlung des Metallkörpers (Gießstrangs) in seinem unteren Bereich relativ zum oberen Bereich, von einer waagerechten Ebene quer durch die Zentralachse der Hartguß-Rohrkokille gesehen. Hierdurch werden die folgenden Vorteile gewährleistet:

- A. Die "Haut" des Gießstrangs ist über den Gesamtumfang hinweg gleichmäßig oder gleichförmig und glatt, wodurch die Dicke der "Haut" verkleinert ist, die vor der plastischen Verarbeitung des Gießstrangs entfernt werden muß.
- B. Der Endpunkt der Erstarrung verschiebt sich nicht relativ zur Zentralachse der Hartguß-Rohrkokille, wodurch ein Gießstrang mit einem homogenen Gefüge über seinen gesamten Querschnitt hinweg erzielt wird.
- C. Die Kühlung erfolgt gleichmäßig, und das Schmieröl wird gleichmäßig verteilt; hierdurch werden Betriebsstörungen, wie Durchbruch, aufgrund eines Festklebens vermieden und damit die Produktionsleistung erhöht und die Produktionskosten gesenkt.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Horizontalstranggießen von Leichtmetallen und deren Legierungen, mit den Schritten:  
Halten einer Metallschmelze in einem Zwischengefäß (10),  
kontinuierliches Überführen der Metallschmelze über einen Auslaß (11) des Zwischengefäßes (10) durch einen Durchgang (8) in einer vertikalen Stauplatte (7) zu einer gekühlten Kokille (1), wobei die Stauplatte (7) an einem stromaufseitigen Ende (bezogen auf eine Abziehrichtung) der Kokille (1) angeordnet ist, abkühlenlassen der Metallschmelze so, daß die Metallschmelze einen Metallkörper einer säulenförmigen oder hohlen Gestalt bildet, wobei der Metallkörper mit einer Schmier(mittel)fläche an einer Innenfläche (3) der Kokille (1) in Berührung steht, und  
Abziehen eines erstarrten oder teilweise erstarrten Gießstranges (14) von der Kokille (1), dadurch gekennzeichnet, daß die Abkühlung der Metallschmelze im unteren Bereich der Kokille (1) gegenüber dem oberen Bereich verzögert wird, indem ein unterer Kontaktteil des Metallkörpers mit der gekühlten Kokille (1) relativ zu einem oberen Kontaktteil des Metallkörpers mit der gekühlten Kokille (1) in Stromabrichtung (bezogen auf eine Abziehrichtung) versetzt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Versatz des unteren Kontaktteils des Metallkörpers mit der Kokille (1) relativ zum oberen Kontaktteil des Metallkörpers mit der Kokille (1) in Stromabrichtung durch Vorsehen eines Vorsprungs (6, 17) aus einem feuerfesten, wärmeisolierenden Werkstoff erreicht wird, der an einem unteren Teil der Kokille (1) angeordnet ist und sich von der stromabseitigen Seite der Stauplatte (7) in Abziehrichtung erstreckt.
3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Versatz des unteren Kontaktteils des Metallkörpers mit der Kokille (1) relativ zum oberen Kontaktteil des Metallkörpers mit der Kokille (1) in Stromabrichtung durch Einblasen eines Gases in den unteren Bereich einer Ausnehmung (26) im unteren Bereich der Kokille (1) zwischen der Stauplatte (7) und der Innenwand (3) der Kokille erreicht wird.
4. Vorrichtung zum Horizontalstranggießen von Leichtmetallen und deren Legierungen, mit einem Zwischengefäß (10) zum Zurückhalten einer Metallschmelze mit einem an einer Seite des Zwischengefäßes (10) befindlichen Auslaß (11), mit einer rohrförmigen gekühlten Kokille (1) umfassend
  - a) offene Enden, von denen eines mit dem Auslaß (11) des Zwischengefäßes (10) kommuniziert,
  - b) eine im wesentlichen waagerecht verlaufende Achse (1a) und
  - c) eine Innenwand (3),
 mit einer feuerfesten vertikalen Stauplatte (7), die zwischen dem Zwischengefäß (10) und der Kokille (1) angeordnet und am stromaufseitigen Ende (bezogen auf eine Abziehrichtung) der Kokille (1) befestigt ist und einen Durchgang (8) zur Kokille (1) aufweist, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (6, 6', 16, 17, 26) zum Versetzen eines unteren Kontaktteils der Metallschmelze mit der Innenwand (3) der Kokille (1) relativ zu einem oberen Kontaktteil der Metallschmelze mit der Innenwand (3) der Kokille (1) in Stromabrichtung (bezogen auf die Abziehrichtung).
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (6, 6', 16, 17) zum Versetzen des unteren Kontaktteils der Metallschmelze mit der Kokille (1) relativ zum oberen Kontaktteil der Metallschmelze mit der Kokille (1) ein Vorsprung (6, 17) aus einem feuerfesten, wärmeisolierenden Werkstoff ist, der an einem unteren Teil der Kokille (1) angeordnet ist und sich von der stromabseitigen Seite der Stauplatte (7) in Abziehrichtung erstreckt.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Vorsprung (6, 17) von der stromabseitigen Seite der Stauplatte (7) in Abziehrichtung verjüngt.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kokille (1) eine zylindrische Kokille ist und das stromabseitige Ende (bezogen auf die Abziehrichtung) des Vorsprungs (17) — in Draufsicht gesehen — bogenförmig gekrümmmt ist, wobei der Scheitel der Krümmung auf der Projektion der Achse (1a) der Kokille (1) auf die Draufsicht liegt.
8. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kokille (1) einen rechteckigen Querschnitt aufweist und das stromabseitige Ende (bezogen auf die Abziehrichtung) des Vorsprungs (17) — in Draufsicht gesehen — eine rechteckige Form besitzt.

9. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (6', 17, 26) zum Versetzen des unteren Kontaktteils der Metallschmelze mit der Kokille (1) relativ zum oberen Kontaktteil der Metallschmelze mit der Kokille (1) eine Ausnehmung (26) im unteren Bereich der Kokille (1) zwischen der Stauplatte (7) und der Innenwand (3) der Kokille sowie eine Einrichtung (5d, 5d1, 5d2) zum Einblasen eines Gases in den unteren Bereich der Ausnehmung (26) aufweist.

5

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß unterhalb der Achse (1a) der Kokille (1) ein Vorsprung (16) angeordnet ist, der sich von der stromabseitigen Seite der Stauplatte (7) in Abziehrichtung erstreckt.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorsprung (16) an seinem Vorderende (bezogen auf die Abziehrichtung) einen nach unten gerichteten Ansatz (17) aufweist.

10

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

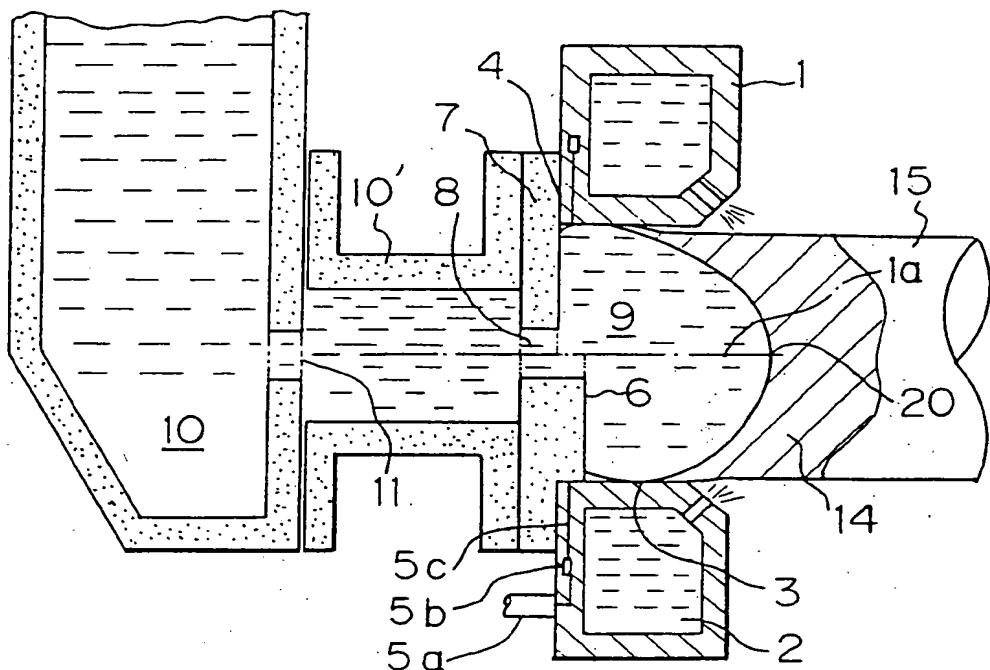
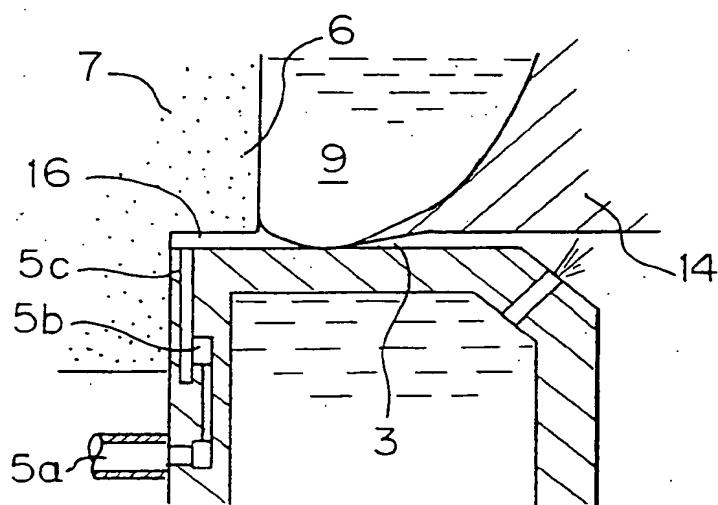
*Fig. 1**Fig. 2*

Fig. 3A

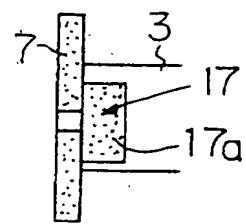
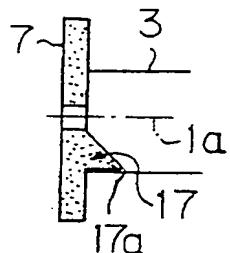


Fig. 3B

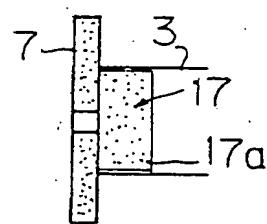
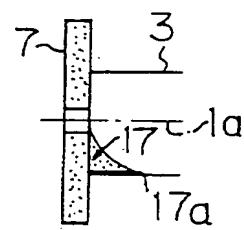


Fig. 3C

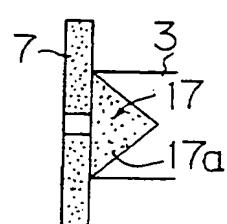
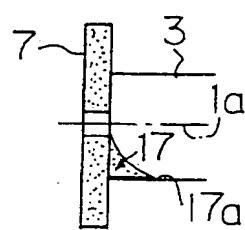


Fig. 3D

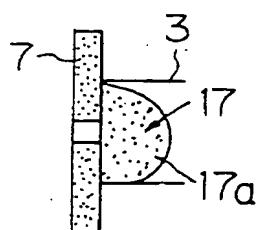
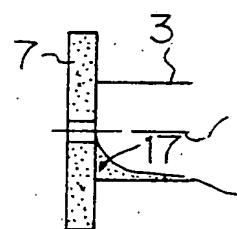


Fig. 3E

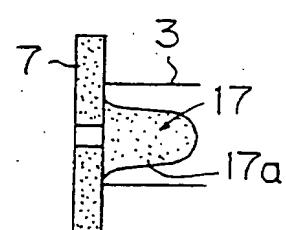
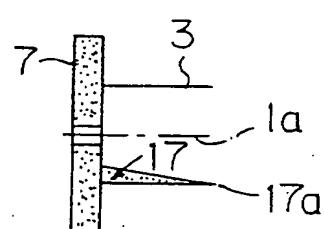


Fig. 4

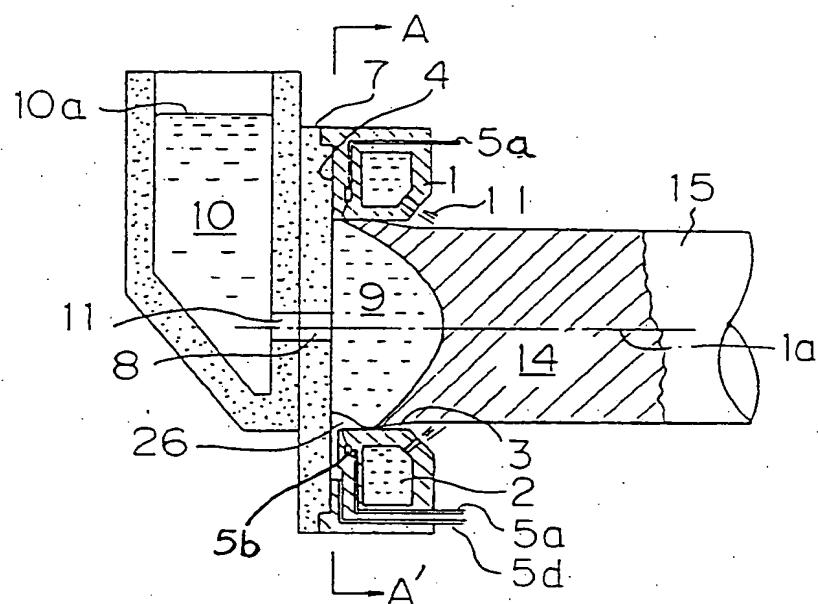
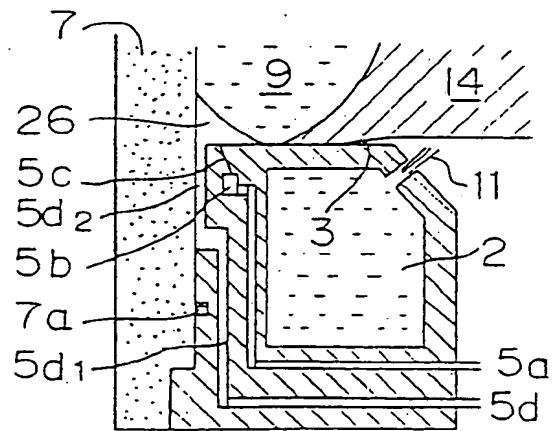
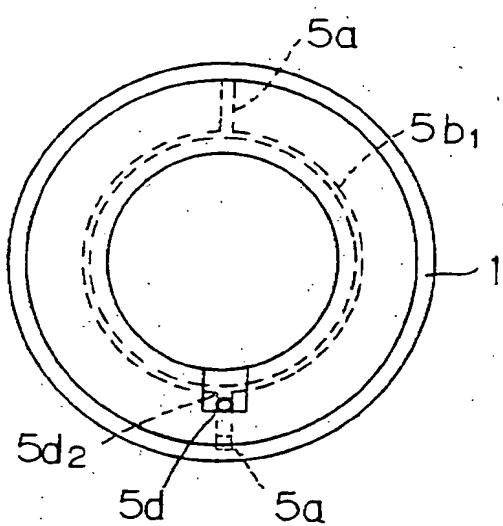
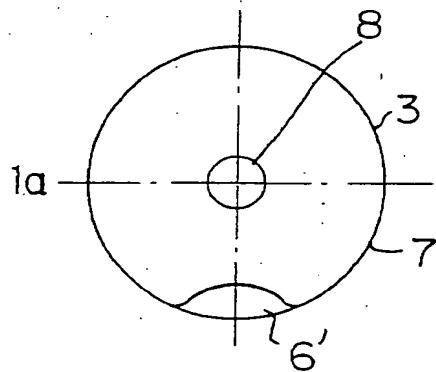


Fig. 5



*Fig. 6**Fig. 7*

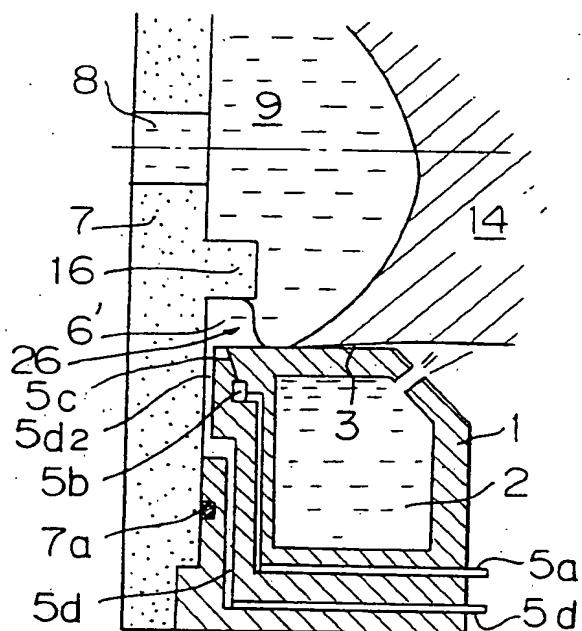
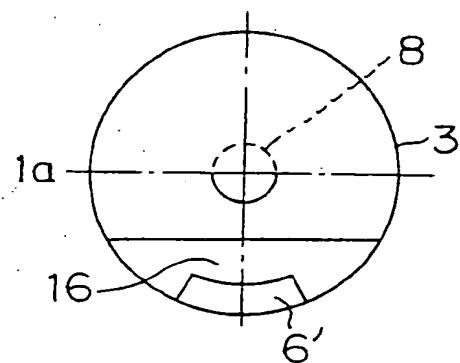
*Fig. 8**Fig. 9*

Fig. 10

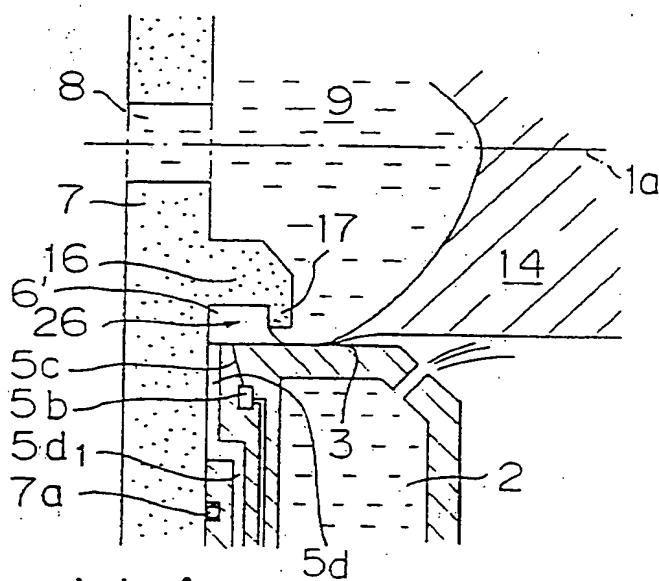


Fig. III A

Fig. III B

